

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-058892

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 11-151847

(71)Applicant : KANEGAFUCHI CHEM IND CO LTD

(22)Date of filing : 31.05.1999

(72)Inventor : TAWADA HIROKO
NAKAJIMA AKIHIKO
YOSHIMI MASASHI

(30)Priority

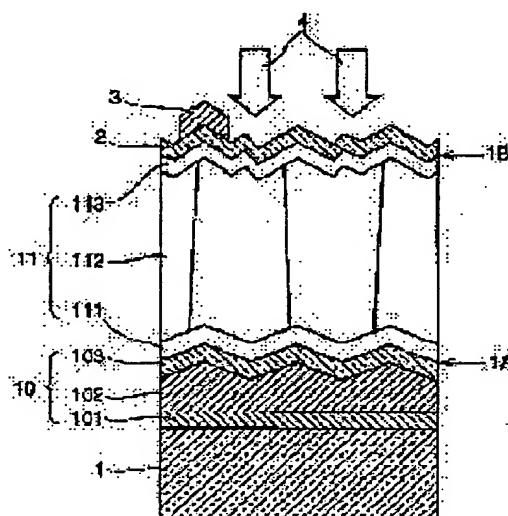
Priority number : 10151049 Priority date : 01.06.1998 Priority country : JP

(54) SILICON BASED THIN FILM PHOTOELECTRIC CONVERTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance the performance while reducing the cost of a photoelectric converter having a crystalline silicon based thin film photoelectric converting layer formed by a plasma CVD employing a low temperature process.

SOLUTION: The silicon based thin film photoelectric converter comprises a substrate 1, a rear surface electrode 10 having a light reflecting metallic film 102, at least one silicon based photoelectric converting unit 11, and a surface transparent electrode 2 wherein at least one of the light reflecting metallic film 102 or the surface transparent electrode 2 has a corrugated surface on the side of the silicon based photoelectric converting unit. Corrugation is in the range of 0.01-2 μ m and the pitch is in the range of 1-25 times of corrugation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P) (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-58892
(P2000-58892A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl.
H01L 31/04

識別記号

F I
H01L 31/04

チーエフエー(参考)

F
M

審査請求 未請求 請求項の数14 (全 9 頁)

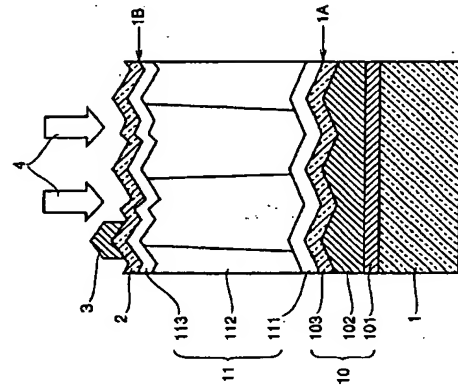
(21) 出願番号	特願平11-151847	(71) 出願人	000000941 創薬化学工業株式会社
(22) 出願日	平成11年5月31日 (1999.5.31)		大阪府大阪市北区中之島3丁目2番4号
(31) 優先権主張番号	特願平10-151049	(72) 発明者	多和田 裕子
(32) 優先日	平成10年6月1日 (1998.6.1)		兵庫県明石市西明石北町3丁目3-28-201
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(72) 発明者	中島 明彦
			兵庫県姫路市飾磨区城南町1丁目20-3-503
		(72) 発明者	吉見 晋士
			兵庫県神戸市須磨区北落合1-1-324-403
		(74) 代理人	100064746 弁理士 森見 久蔵 (外2名)

(54) 【発明の名称】 シリコン系薄膜光電変換装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマCVD法による低温プロセスを用いて形成される結晶質シリコン系薄膜光電変換層を含む光電変換装置の低コスト化と高性能化を図る。

【解決手段】 シリコン系薄膜光電変換装置は、基板1、光反射性金属膜102を有する裏面電極10、少なくとも1つのシリコン系光電変換ユニット11、および前面透明電極2を含み、光反射性金属膜102および前面透明電極2の少なくとも一方はシリコン系光電変換ユニット側の面において表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが高さより大きくかつその2.5倍以下の範囲内にある。



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板、光反射性金属膜を有する裏面電極、少なくとも1つのシリコン系光電変換ユニット、および前面透明電極を含む、
前記光反射性金属膜および前記前面透明電極の少なくとも1つはシリコン系光電変換ユニット側の面において表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とするシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項2】 前記光反射性金属膜のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項3】 前記前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項4】 前記光反射性金属膜と前記前面透明電極の両者のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項5】 前記光反射性金属膜または前記前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項6】 前記光反射性金属膜または前記前面透明電極のシリコン系光電変換ユニット側の面が表面凹凸形状を有し、凹凸の高さが0.01~2μmの範囲内にあるとともに、凹凸のピッチが前記高差より大きくかつその2.5倍以下の範囲内にあることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項7】 前記表面電極はシリコン系光電変換ユニット側に透明導電性酸化膜を含むことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項8】 前記光電変換ユニットの少なくとも1つは1導電型層と、結晶質シリコン系光電変換層と、逆導電型層とを含むことを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項9】 前記表面電極中の金属膜は500~1200nmの範囲内の波長の光に対して95%以上の高い反射率を有することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項10】 前記表面電極中の金属膜はAg、Au、Al、CuおよびPtから選択された1つまたはそれを含む合金によって形成されていることを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項11】 前記表面電極中の金属膜のうち、前記透明導電性酸化膜との界面はAg、Au、Al、CuおよびPtから選択された1つまたはそれを含む合金によって形成されていることを特徴とする請求項7に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項12】 前記結晶質シリコン系光電変換層は400℃以下の下地温度の下に形成されたものであって、80%以上の体積結晶化率と、1~30原子%の範囲内の水素含有量と、0.5~2.0μmの範囲内の厚さと、その表面に平行な(110)の優先結晶配向面を有し、そのX線回折における(220)回折ピークに対する(111)回折ピークの強度比が0.2以下であることを特徴とする請求項8に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項13】 前記シリコン系光電変換装置は、前記結晶質シリコン系光電変換層を含む結晶質光電変換ユニットに加えて、非晶質シリコン系光電変換層を含む非晶質光電変換ユニットの少なくとも1つが挿入されたタンデム型であることを特徴とする請求項8に記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【請求項14】 光反射性金属膜を有する裏面電極、少なくとも1つのシリコン系光電変換ユニット、および前面透明電極は基板上にこの順序で積層されることを特徴とする請求項1から13のいずれかに記載のシリコン系薄膜光電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は薄膜光電変換装置に関し、特に、シリコン系薄膜光電変換装置の低コスト化と性能改善に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、シリコン薄膜、特に多結晶シリコンや微結晶シリコンのような結晶質シリコンを含む薄膜を用いた光電変換装置の開発が活発に行なわれている。これらの開発は、安価な基板上に低温プロセスで良質の結晶質シリコン薄膜を形成することによって光電変換装置の低コスト化と高性能化を両立させようという試みであり、太陽電池だけでなく光センサー等のさまざまな光電変換装置への応用が期待されている。なお、本願明細書において「多結晶」と「微結晶」と「結晶質」の用語は、薄膜光電変換装置の技術分野において通常用いられているように、部分的に非晶質を含むものを意味するものとする。

【0003】 しかし、光電変換層が薄膜である場合、その光吸収領域の小さな長波長領域の光に列して十分な吸

(7)

示している。図3と4の光電変換装置の図解は、図1と2の図解に類似しており、図3と4中の同一の参照番号は互いに対応する部分を表わしている。
【0046】以下において、本発明のいくつもの実施例によるシリコン系薄膜光電変換装置が比較例による光電変換装置とともに説明される。

【0047】(実施例1) 図1を参照して説明された第1の実施例の形態に対応して、シリコン系薄膜光電変換装置が実施例1として作製された。この実施例1においては、ガラス基板1上に表面電極10が形成された。表面電極10は、順次堆積された厚さ20nmのTi層10-1、厚さ300nmのAg層10-2、および厚さ100nmのZnO層10-3を含んでいる。これらのうち、光反射性金属膜としてAg層10-2は、真空蒸着によって堆積された。表面電極10上には、シリコン系薄膜光電変換ユニット11に含まれるn型層11-1、p型層11-3がブラズマCVD法によって形成された。また、光電変換ユニット11上の前面電極2としては厚さ80nmの透明導電性ITO膜が形成され、その上に電流取出し用の導型Ag電極3が形成された。

【0048】光電変換ユニット11に含まれるn型層の下、p型層の下でRFプラズマCVD法によって堆積され、

No	A ₀ 層		A ₁ 層		A ₂ 層		A ₃ 層		A ₄ 層		A ₅ 層	
	厚さ	屈折率	厚さ	屈折率	厚さ	屈折率	厚さ	屈折率	厚さ	屈折率	厚さ	屈折率
比較例1	40	700	17.5	0.550	22.5	76.8	8.50					
比較例2	81	700	8.5	0.488	23.2	74.9	8.65					
比較例3	32	700	21.8	0.511	21.1	75.9	8.18					
比較例4	38	505	13.2	0.530	22.2	76.1	8.85					
比較例5	58	435	7.5	0.501	23.8	75.5	8.04					
比較例6	125	100	0.8	0.482	21.0	74.5	7.22					
比較例7	20	700	35	0.508	18.5	76.0	7.14					

【0052】図5のグラフでは、実施例1〜3による光電変換装置における光吸収特性が示されている。すなわち、このグラフにおいて、横軸は光の波長を表わし、縦軸は光電変換装置の外部量子効率を表わしている。また、実線の曲線A、点線の曲線Bおよび一点鎖線の曲線Cは、それぞれ実施例1、2および3による光電変換装置における分光感度特性を表わしている。なお、いずれの実施例と比較例においても、結晶質光電変換層11-2の厚さが比較例1の1.5μmに設定されたのは、600〜1000nmの長波長領域における光閉じ込め効果が影響を大きくして確認しやすいためである。

【0053】表1と図5のグラフから理解されるように、Ag層10-2の表面凹凸におけるピッチ/高低差の比率が小さくなるほど、すなわち表面の凹凸が激しくなるほど600〜1000nmの長波長領域における外部

その厚さは1.5μmにされた。この結晶質光電変換層11-2においては、2次元質量分析法によって求められた水素含有量は2.3原子%であり、X線回折における(220)回折ピークに対する(111)回折ピークの強度比は0.084であった。

【0049】このような実施例1による光電変換装置に入射光4としてAM1.5の光を100mW/cm²の光量で照射したときの出力特性においては、開放電圧が0.550V、短絡電流密度が22.5mA/cm²、曲線因子が76.8%、そして変換効率が9.50%であった。

【0050】(実施例2〜5および比較例1〜2) 実施例2〜5および比較例1〜2においては、光反射性金属膜であるAg層10-2を形成する際の下地温度と蒸着速度を変化させることによってその表面凹凸の形状が図4に変えられたこと以外は、実施例1と同じ方法と条件下でシリコン系薄膜光電変換装置が作製された。得られたAg層10-2の表面凹凸構造における凹凸の高低差、ピッチ、およびピッチ/高低差が、光電変換装置の様々な光電変換特性とともに表1に示されている。なお、表1においては、実施例1に関する結果も示されている。

【表1】
【0051】

(8)

いが、比較例1のように表面凹凸状態が激し過ぎても、実施例1に比べて却って光閉じ込め効果が低くなるという結果が得られた。

【0056】以上のように、光を反射する金属薄膜10-2の表面は光電変換ユニット11内に光を閉じ込め、そのめにある程度凹凸構造を有することが望まれるが、その凹凸の高低差が大き過ぎると凹凸と凸部の角度が鋭くなれば、その上に形成される光電変換ユニット11内の半導体接合の形成がうまくいかず、光電変換装置の開放電圧や製造歩留まりの低下を招くことになる。このようなことから、光反射性金属膜10-2の表面凹凸状態のパラメータには、適切な範囲が存在することがわかる。すなわち、その表面凹凸状態は、0.01〜2μmの範囲内の高低差を有し、かつ凹凸のピッチ/高低差の比率が1倍より大きくて2.5倍以下であることが好ましく、4〜20倍の範囲内にあることがより好ましい。

【0057】(実施例6) 図3を参照して説明された本発明の第3の実施例の形態に対応して、実施例6としてタンデム型光電変換装置が作製された。この実施例7のタンデム型光電変換装置においては、ガラス基板1上の要素201〜203および211〜213が、実施例1の対応する要素101〜103および111〜113と同様に形成された。ただし、結晶質シリコン系光電変換層212の膜厚は、3.0nmの厚さに設定された。後方光電変換ユニットとしての第1のユニット21上には、前方光電変換ユニットとしての第2のユニット22がさらに積層された。この第2の光電変換ユニット22は、順次堆積されたn型層22-1、非晶質シリコン系光電変換層22-2、およびp型層22-3を含んでいる。非晶質光電変換層22-2の厚さは、300nmに設定された。第2の光電変換ユニット22上には、実施例1の場合と同様に、透明前面電極2と導型Ag電極3が形成された。

【0058】このような実施例6による非晶質/結晶質型のタンデム型シリコン系薄膜光電変換装置に対して入射光4としてAM1.5の光を100mW/cm²の光量で照射したときの出力特性としては、開放電圧が1.42V、短絡電流密度が13.0mA/cm²、曲線因子が73.5%、そして変換効率が13.6%であった。

【0059】以上のように、本発明によれば、高い光閉じ込め効果と高い開放電圧を兼ね備えたシリコン系薄膜光電変換装置を提供することができ、シリコン系薄膜光電変換装置の低コスト化と高性能化に大きく貢献することができ。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の形態によるシリコン系薄膜光電変換装置を説明するための模式的な断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例の形態によるシリコン系薄膜光電変換装置を説明するための模式的な断面図である。

【図3】本発明の第3の実施例の形態による非晶質/結晶質型のタンデム型シリコン系薄膜光電変換装置を説明するための模式的な断面図である。

【図4】本発明の第4の実施例の形態による非晶質/結晶質型のタンデム型シリコン系薄膜光電変換装置を説明するための模式的な断面図である。

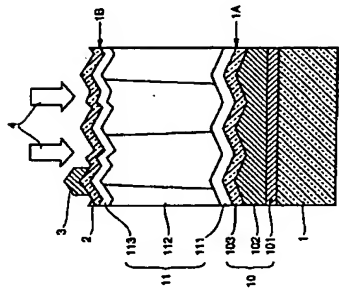
【図5】本発明の実施例によるいくつもの光電変換装置における外部量子効率の光波長依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

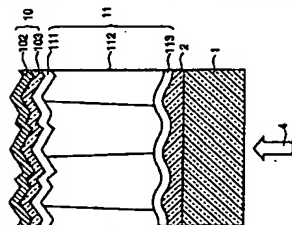
- 1：ガラス等の基板
- 2：透明導電性酸化膜
- 3：導型金属電極
- 4：照射光
- 10、20：表面電極
- 11、21：結晶質シリコン系光電変換ユニット
- 22：非晶質シリコン系光電変換ユニット
- 101、201：Ti等の金属膜
- 102、202：Ag等の金属膜
- 103、203：ZnO等の透明導電性酸化膜
- 111、211、221：1導電型層
- 112、212：結晶質シリコン系光電変換層
- 222：非晶質シリコン系光電変換層
- 113、213、223：逆導電型層
- 1A、2A：下地電極の上表面
- 1B、2B：結晶質シリコン系光電変換ユニットの上表面

(9)

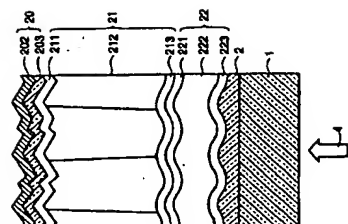
【図1】



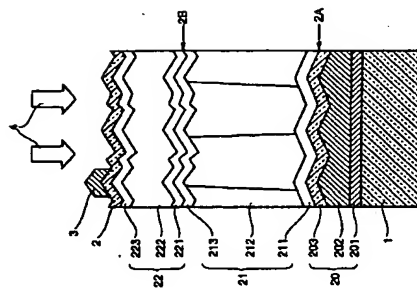
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

